LUIS RICARDO FERNANDES DA COSTA
(ORGANIZADOR)
Geociências:
Entraves, lacunas profissionais e pesquisa
Atena
Editora
Ano 2023

LUIS RICARDO FERNANDES DA COSTA
(ORGANIZADOR)
Geociências:
Entraves, lacunas profissionais e pesquisa
Atena
Editora
Ano 2023

CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA E ENGENHARIAS

Geociências: entraves, lacunas profissionais e pesquisa

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Yaiddy Paola Martinez
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Luis Ricardo Fernandes da Costa

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

G342 Geociências: entraves, lacunas profissionais e pesquisa / Organizador Luis Ricardo Fernandes da Costa. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2023.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-258-1246-5
DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.465230304

1. Geociências. I. Costa, Luis Ricardo Fernandes da (Organizador). II. Título.

CDD 550

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access, desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce,* ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

APRESENTAÇÃO

É com grande satisfação que apresentamos a obra "Geociências: Entraves, lacunas profissionais e pesquisa", que apresenta uma série de três artigos com abordagens que passam pela discussão cartográfica com ênfase no geoprocessamento e outros com análise voltada para as geociências.

Assim, a obra cumpre papel importante na disseminação de pesquisas que servirão de base para trabalhos posteriores na área, principalmente para estudantes de Graduação e Pós-graduação.

Dessa forma, convidamos a comunidade em geral para conferir o desse volume, com possibilidades e propostas para a aplicação e disseminação das pesquisas em diferentes realidades e escalas de análise.

Luis Ricardo Fernandes da Costa

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1

ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DA LATITUDE EM COORDENADAS GEODÉSICAS OBTIDA POR POSICIONAMENTO POR PONTO PRECISO - PPP/IBGE

Data de submissão: 06/01/2023 *Data de aceite: 01/03/2023*

Uemerson Soares de Andrade
Universidade Federal do Pampa, UNIPAMPA
Catu - BA
http://lattes.cnpq.br/1523832538377629

Marcelo Jorge de Oliveira
Orientador Prof. Me.
Docente, Universidade Federal do Pampa, UNIPAMPA
Itaqui - RS
http://lattes.cnpq.br/0142593123723635

RESUMO: Com a modernização dos Sistemas de Navegação Global por Satélites (GNSS), existem um conjunto de sistemas de posicionamento global vasto em operação, tais como GPS (Global Positioning System), GLONASS (Global Orbiting Navigation Satellite System), Galileo (sistema de navegação por satélite da União Europeia) e mais recentemente o Beidou/Compass (é o sistema chinês de posicionamento global por satélite) que geram arquivos de observações GNSS. O serviço de PPP (posicionamento por ponto preciso) consiste no envia dos arquivos com as observações GNSS no formato RINEX para um servidor do IBGE onde os dados são processados e posteriormente disponibilizados para o usuário, vale lembra que o método do PPP não e tão preciso quanto o posicionamento relativo estático. O presente projeto tem como objetivo analisar a influência da precisão e acurácia das coordenadas obtidas pelo método PPP/IBGE conforme vai de afastando da linha do equador. Nesse estudo foram utilizados um conjunto de dados coletados, através do site do IBGE, departamento de Geociências, sobre o posicionamento geodésico da rede brasileira de monitoramento contínuo dos sistemas GNSS – RBMC, dados que a partir dele desenvolveu-se uma tabela contendo as informações sobre a descrição das RBMC's e seus respectivos códigos, incluindo as suas coordenadas homologadas pelo IBGE. Portando as coordenadas calculadas pelo método PPP demostraram na pratica boa acurácia em todo o território de estudo com erro baixo.

PALAVRAS-CHAVE: PPP, GNSS, IBGE.

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF LATITUDE ON GEODETIC COORDINATES OBTAINED BY PRECISE POINT POSITIONING - PPP/IBGE

ABSTRACT: With the modernization of Global Navigation Satellite Systems (GNSS), there is a vast set of global positioning systems in operation, such as GPS (Global Positioning System), GLONASS (Global Orbiting Navigation Satellite System), Galileo (Global Navigation System), European Union satellite) and more recently Beidou/Compass (the Chinese global satellite positioning system) that generate GNSS observation files. The PPP (Precise Point Positioning) service consists of sending files with GNSS observations in RINEX format to an IBGE server where the data is processed and subsequently made available to the user, it is worth remembering that the PPP method is not as accurate as well as static relative positioning. This project aims to analyze the influence of the precision and accuracy of the coordinates obtained by the PPP/IBGE method as it moves away from the equator. In this study, a set of data collected through the IBGE website, Department of Geosciences, on the geodetic positioning of the Brazilian network of continuous monitoring of GNSS systems - RBMC were used, data from which a table was developed containing information about the description of the RBMC's and their respective codes, including their coordinates approved by IBGE. Carrying the coordinates calculated by the PPP method demonstrated in practice good accuracy throughout the study territory with low error.
KEYWORDS: PPP, GNSS, IBGE.

1 | INTRODUÇÃO

Atualmente, com a modernização dos Sistemas de Navegação Global por Satélites (GNSS) existem um conjunto de sistemas de posicionamento global vasto em operação, o primeiro sistema a se destacar foi o norte americano GPS (Global Positioning System), em seguida o GLONASS (Global Orbiting Navigation Satellite System), Galileo (sistema de navegação por satélite da União Europeia) e mais recentemente o Beidou/Compass (é o sistema chinês de posicionamento global por satélite).

O serviço de PPP (posicionamento por ponto preciso) consiste no envia pelo usuário os arquivos com as observações GNSS no formato RINEX para um servidor do IBGE onde os dados são processados e posteriormente disponibilizados para o usuário em um arquivo de relatório detalhado contendo as suas respectivas coordenadas com suas precisões no Sistema Geodésico de Referência oficial do País SIRGAS2000.

O posicionamento por ponto preciso (PPP) pode ser aplicado em uma diversidade de atividades geodésicas. Assim essa disponibilidade acarretou em um aumento significativo no número de usuários para este tipo de serviço, pois esse serviço possui vantagens tais como o uso de apenas um receptor, não tendo a necessidade de adquirir um software de processamento, basta somente submeter o arquivo de observação GNSS no formato RINEX ao IBGE, que o serviço IBGE-PPP gerar os resultados assim facilitando o serviço, porem o método do PPP não e tão preciso quanto o posicionamento relativo estático.

2 I OBJETIVOS

O presente projeto tem como objetivo selecionar três épocas distintas do mês para a aquisição de dados de rastreio e verificar a precisão e acurácia das coordenadas obtidas pelo método PPP conforme vai de afastando da linha do equador.

3 I MATERIAIS E MÉTODOS

Nesse estudo foram utilizados um conjunto de dados coletados, através do site do IBGE, departamento de Geociências, sobre o posicionamento geodésico da rede brasileira de monitoramento contínuo dos sistemas GNSS - RBMC, em 3 datas distintas 01/06/2022, 15/06/2022 e 30/06/2022 para cada estação, sendo utilizadas 05 estações RBMC ativas do IBGE, Boa Vista (RR) – BOAV, Macapá (AP) – APMA, Salvador (BA) – SSA1, Curitiba (PR) – UFPR e Capão do Leão (RS) – RSPE, sendo Boa Vista no extremo norte do pais localizada acima da Linha do Equador, Macapá na linha do equador, Capão no extremo sul do pais, Salvador e Curitiba mais ao meio do pais, para ter uma distribuição ao longo do pais começando acima da linha do equador e descendo.

4 I RESULTADOS

Com os arquivos de dados das 05 estações RBMC coletados foram submetidos os arquivos para o processamento no site do IBGE através do serviço IBGE-PPP - Serviço online para pós-processamento de dados GNSS, para a verificação da acurácia destes dados obtidos. Desenvolveu-se uma tabela contendo as informações sobre a descrição das RBMC’s e seus respectivos códigos, incluindo as suas coordenadas homologadas do IBGE, em três períodos diferentes, dia 1 de junho, 15 de junho e 30 de junho como coordenadas dadas como certas, conforme tabela 01.

RBMC			
Boa vista	**01/06/22**	**15/06/22**	**30/06/22**
Latitude	02° 50’ 42,65645”	02° 50’ 42,65645”	02° 50’ 42,65645”
Longitude	- 60° 42’ 4,01375”	- 60° 42’ 4,01375”	- 60° 42’ 4,01375”
Capão	**01/06/22**	**15/06/22**	**30/06/22**
Latitude	- 31° 48’ 8,81800”	- 31° 48’ 8,81800”	- 31° 48’ 8,81800”
Longitude	- 52° 25’ 3,46276”	- 52° 25’ 3,46276”	- 52° 25’ 3,46276”
Curitiba	**01/06/22**	**15/06/22**	**30/06/22**
Latitude	- 25° 26’ 54,12695”	- 25° 26’ 54,12695”	- 25° 26’ 54,12695”
Longitude	- 49° 13’ 51,43717”	- 49° 13’ 51,43717”	- 49° 13’ 51,43717”
Macapá	**01/06/22**	**15/06/22**	**30/06/22**
Latitude	00° 02’ 49,32623”	00° 02’ 49,32623”	00° 02’ 49,32623”

Longitude	- 51° 05’ 49,68963”	- 51° 05’ 49,68963”	- 51° 05’ 49,68963”
Salvador	**01/06/22**	**15/06/22**	**30/06/22**
Latitude	- 12° 58’ 30,56969”	- 12° 58’ 30,56969”	- 12° 58’ 30,56969”
Longitude	- 38° 30’ 59,34470”	- 38° 30’ 59,34470”	- 38° 30’ 59,34470”

Tabela 01 – Coordenadas homologadas das RBMC’s do IBGE

Fonte: Autor, 2023.

Após baixar os dados dos períodos citados na tabela 01, foram processados os pontos das RBMC’s pelo método PPP pelo site do IBGE, gerando 30 dados “latitude e longitude” de 15 coordenadas, dos períodos 1 de junho, 15 de junho e 30 de junho de cada RBMC, conforme tabela 02.

PPP		
Boa vista	Latitude	Longitude
01/06/22	02° 50’ 42,6568”	- 60° 42’ 4,0143”
15/06/22	02° 50’ 42,6569”	- 60° 42’ 4,0142
30/06/22	02° 50’ 42,6569”	- 60° 42’ 4,0143
Macapá	Latitude	Longitude
01/06/22	00° 02’ 49,3258”	- 51° 05’ 49,6900”
15/06/22	00° 02’ 49,3257”	- 51° 05’ 49,6899
30/06/22	00° 02’ 49,3259”	- 51° 05’ 49,6900”
Salvador	Latitude	Longitude
01/06/22	- 12° 58’ 30,5691”	- 38° 30’ 59,3461”
15/06/22	- 12° 58’ 30,5691”	- 38° 30’ 59,3458”
30/06/22	- 12° 58’ 30,5690”	- 38° 30’ 59,3459”
Curitiba	Latitude	Longitude
01/06/22	- 25° 26’ 54,1266”	- 49° 13’ 51,4381”
15/06/22	- 25° 26’ 54,1266”	- 49° 13’ 51,4383”
30/06/22	- 25° 26’ 54,1265”	- 49° 13’ 51,4382”
Capão	Latitude	Longitude
01/06/22	- 31° 48’ 8,8179”	- 52° 25’ 3,4640”
15/06/22	- 31° 48’ 8,8181”	- 52° 25’ 3,4640”
30/06/22	- 31° 48’ 8,818”	- 52° 25’ 3,4641”

Tabela 02 – Coordenadas processadas pelo PPP/IBGE

Fonte: Autor, 2023.

A partir dos dados da tabela 02, foi possível realizar o cálculo da distância entre dois pontos que no caso é entre as coordenadas da RBMC e as do PPP utilizando a formula $D = \sqrt{(Lat_{RBMC} - Lat_{PPP})^2 + (Long_{RBMC} - Long_{PPP})^2}$, obtendo assim 15 pontos calculados,

logo gerando uma nova planilha com 15 coordenadas calculadas, a diferença gerou um resíduo que só aparece partir da terceira casa após a virgula logo o resíduo do erro é pequeno, conforme tabela 03 e o gráfico 01 das precisões por estações e datas.

Estações / Data	01/06/22	15/06/22	30/06/22
Boa Vista	0,00065192	0,00057009	0,00065192
Macapá	0,00056727	0,00050774	0,00056727
Salvador	0,00151924	0,00124824	0,00133720
Curitiba	0,00099368	0,00118296	0,00108784
Capão	0,00124403	0,00124403	0,00134373

Tabela 03 – Precisões calculadas

Fonte: Autor, 2023.

Gráfico 01 – Precisões calculadas

Fonte: Autor, 2023.

5 I CONCLUSÕES

Como demonstrada através de cálculos tendo como referência em 01/06/22, Boa Vista 0.00065192, Macapá 0.00056727, Salvador 0.00151924, Curitiba 0.00099368, Capão 0.00124403 e com o auxílio do gráfico, os valores obtidos demonstraram que conforme as bases vão se afastando da linha do equador as precisões em termos de acurácia se degradam, tanto acima da linha do equador como abaixo dele. Como podemos notar com

a ajuda do gráfico, Boa vista também modificou conforme sobe acima da linha do equador, logo Boa vista e Macapá tiveram a melhor precisão, pois uma está acima da linha do equador, mais perto da linha do equador e boa vista está na linha do equador já Salvador, Curitiba e Capão, conforme se afastam vai diminuindo a sua precisão. Vale ressaltar que as intermediarias Salvador e Curitiba foi que obtiveram a maior variação na acurácia no período observado, portanto as coordenadas calculadas pelo método PPP demostraram na pratica uma boa acurácia em todo o território de estudo com erro baixo.

REFERÊNCIAS

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Ibge-ppp - serviço online para pós-processamento de dados gnss.** [S.l.]: GEOCIENCIAS, 2023. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-sobre-posicionamento-geodesico/servicos-para-posicionamento-geodesico/16334-servico-online-para-pos-processamento-de-dados-gnss-ibge-ppp.html?=&t=processar-os-dados. Acesso em: 02 jan. 2023.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Rbmc - rede brasileira de monitoramento contínuo dos sistemas gnss.** [S.l.]: GEOCIENCIAS, 2023. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-sobre-posicionamento-geodesico/rede-geodesica/16258-rede-brasileira-de-monitoramento-continuo-dos-sistemas-gnss-rbmc.html?=&t=dados-diarios-e-situacao-operacional. Acesso em: 02 jan. 2023.

PANORAMA ECONÔMICO DO SETOR DE ROCHAS ORNAMENTAIS DO ESTADO DO CEARÁ

Data de aceite: 01/03/2023

Davi Henrick Veras Diogenes
Graduando do Programa de Graduação em Geologia da Universidade Federal do Ceará

RESUMO: O comércio de rochas ornamentais é um setor que vem apresentando expressivo crescimento na economia brasileira, onde o país se configurou como o 5° maior exportador mundial deste produto, e nesse cenário, o estado do Ceará recebe especial destaque, tanto pela sua produção quanto pelo seu potencial produtor. O presente estudo visa analisar e apresentar o cenário estadual do setor, com o objetivo de embasar possíveis tomadas de decisões políticas e financeiras. Passando por uma extensa revisão bibliográfica são apresentados dados relativos à história do setor no estado, sua produção, exportações, importações e por fim sua arrecadação monetária, a soma de todos esses dados é capaz de apresentar um panorama geral do estado. Tal panorama na forma aqui disposta conclui por meio da análise dos dados que o Ceará apresenta um cenário atrativo para investimentos no ramo das rochas ornamentais, pois além de possuir uma ampla riqueza mineral, também possui um histórico de crescimento e um meio de escoamento de produtos, na forma de um porto. A baixa produção de rochas beneficiadas no estado também indica um cenário acolhedor a investimentos de maior porte.

PALAVRAS-CHAVE: Rochas Ornamentais. Ceará. Economia.

ECONOMIC PANORAMA OF ORNAMENTAL ROCK SECTOR IN CEARÁ STATE

ABSTRACT: Ornamental rock commerce is a growing sector in the Brazilian economy, where the country is the 5th largest world exporter. In that matter, Ceará state is a highlight, not only for the actual product but also the productive potential. This study aims to analyze and introduce the scenario of a sector from a state perspective, focused on being a guide to possible political and financial decisions. An extensive bibliographical revision presents enough sector history data, export and import rates, and levies. All this data framework will demonstrate the overall panorama of the state. That panorama allows us to conclude, through data analysis, that the Ceará state

displays an attractive scenario for investments in the matter of ornamental rock because, in addition to retaining a considerable amount of mineral wealth, it also has a growth history and an escape for products, in a harbor. The low production of processed rocks in the state is also a safe scenario for great investments.
KEYWORDS: Ornamental Rock. Ceará. Economy.

1 I INTRODUÇÃO

O setor mineral é um dos maiores e mais diversos ramos da economia brasileira, ele pode ser dividido em diversas frentes, e dentre elas, tem-se o ramo das rochas ornamentais e de revestimento. Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas na forma da NBR 15012 (ABNT, 2004), essas rochas se caracterizam por um material rochoso natural, que foi submetido a diversos trabalhos de beneficiamento, sendo utilizado com função estética de ornamentação.

O comércio de rochas ornamentais movimenta anualmente cifras bilionárias, somente no período que abrange de janeiro a novembro de 2022, segundo a Associação Brasileira de Rochas Ornamentais, o Brasil exportou a quantia de US$1.223,1 milhões, no que corresponde a 6% da produção global. O Brasil é um país reconhecido mundialmente pela sua diversidade mineral (CHIODI FILHO, 2017), onde fornece esse material a países como os Estados Unidos, China, Itália, México, Reino Unido, Canadá e outros.

No atual cenário nacional de crescimento no setor (SOUZA, 2008)(CHIODI FILHO 2003), quatro estados levam destaque por sua produção, que corresponde a mais de 90% da nacional, sendo eles o Espírito Santo, Minas Gerais, Ceará e Bahia. Dando foco especial ao estado do Ceará, o presente estudo visa apresentar seu cenário econômico no que tange a indústria de rochas ornamentais.

Segundo Vidal (2002), o nordeste brasileiro é uma região propícia para o desenvolvimento do setor de rochas ornamentais devido a fatores como: a sua geologia diversa, perspectivas de crescimento e meios de escoamento do produto. O Ceará é o quarto estado do Nordeste em extensão territorial, e o primeiro na exploração de rochas ornamentais, tendo ultrapassado a Bahia em um passado recente.

Embora possua um grande potencial geológico, onde mais de 74% de seu território é formado por rochas cristalinas (FERNANDES, 2004)(BRANDÃO, 2014)(VIDAL, 1995), segundo Forte (2006) o estado do Ceará entrou de forma ativa no comércio de rochas ornamentais somente a partir do ano de 1993, devido os incentivos que o governo do estado e o governo federal vinham desenvolvendo (CARVALHO, 2004), esses incentivos geraram um grande crescimento no número de empresas e empregos no setor (CARVALHO, 2003).

Para além disso, a inovação tecnológica proporciona o aproveitamento de uma variedade de rochas que anteriormente possuíam uma lavra economicamente inviável, dentre elas, tem-se os quartzitos, que devido sua dureza e a intensidade de fraturamento eram dificilmente lavrados no estado, mas com o avanço da indústria passaram a configurar-

se como carro chefe, gradualmente substituindo mármores e granitos no mercado de luxo.

Diferente de outros bens minerais, a exploração dessas rochas possui grande influência da moda, juntamente à preferência de arquitetos e compradores, podendo ser cessadas ou retomadas com agilidade a depender desses fatores. Dessa forma, a construção de um grande leque de produtos juntamente a caracterização de todos eles, é essencial para o desenvolvimento de um mercado de rochas forte.

Na análise que se segue, buscou-se identificar se o Ceará apresenta as condições necessárias para proporcionar o crescimento desse mercado, e juntamente a isso, também foi analisada a trajetória e situação atual do comércio de rochas ornamentais no estado, e a influência que as ações públicas exercem sobre ele, positiva ou negativamente.

2 | A INDÚSTRIA DE ROCHAS ORNAMENTAIS NO CEARÁ

Segundo Carvalho (2004), o setor mineral do Ceará iniciou seu crescimento após a criação da Companhia Cearense de Mineração, em 1981. O que fez parte de uma série de incentivos ao setor fornecidos pelo governo do estado, entre 1980 e 1990, esses incentivos foram realizados em sua maioria por meio de parcerias entre entidades como o Banco do Nordeste, Agência de Desenvolvimento do Nordeste, a Federação das Indústrias do Ceará e outras, com o estado.

Com base no relatório técnico que versava a respeito da avaliação econômica dos granitos do estado (MELO e CASTRO, 1989), a CEMINAS realizou o convênio "Projeto Pedras Ornamentais nas Regiões Norte-Nordeste, Leste e Oeste do Estado do Ceará" com o Ministério de Minas e Energia, no ano de 1992, onde pela primeira vez as rochas ornamentais receberam foco.

No ano de 1993, foi instalado o Polo Industrial de Mármores e Granitos do Ceará, e já em 1994, o estado recebia destaque no cenário nacional, sendo responsável pela geração de análises de potencial e estudos detalhados sobre o tema (COSTA, 2007). Entretanto, nem tudo foi crescimento, segundo Forte (2006), no período que respondeu entre 1997 e 1999, o estado passou por uma crise no setor, gerada a partir da implementação de inúmeros projetos por parte de empresas que não possuíam experiência no ramo. A extinção da CEMINAS também representou, e ainda representa, um impacto no setor.

Com base nos dados disponibilizados pela ANM, é possível observar um expressivo crescimento no número de empresas de rochas ornamentais no Ceará, onde no ano de 2010 o estado contava com 16 empresas, o que passou a 44 empresas no ano de 2018 (Gráfico 1). De acordo com a Simagran-CE o número de empresas voltadas a rochas ornamentais chegou a 60 no ano de 2022 (NEVES, 2022), esse crescimento consequentemente também foi acompanhado pelo aumento de postos de trabalho.

Juntamente à abertura de empresas, outro dado relevante para a identificação do panorama mineral, são os processos de requerimento de área, eles podem indicar o

interesse e as perspectivas futuras do ramo. Conforme a ANM, na forma dos processos disponibilizados a partir do SIGMINE, os requerimentos tiveram um pico no estado entre os anos de 2006 e 2017(Gráfico 2), dando foco especial ao aumento dos requerimentos de quartzito.
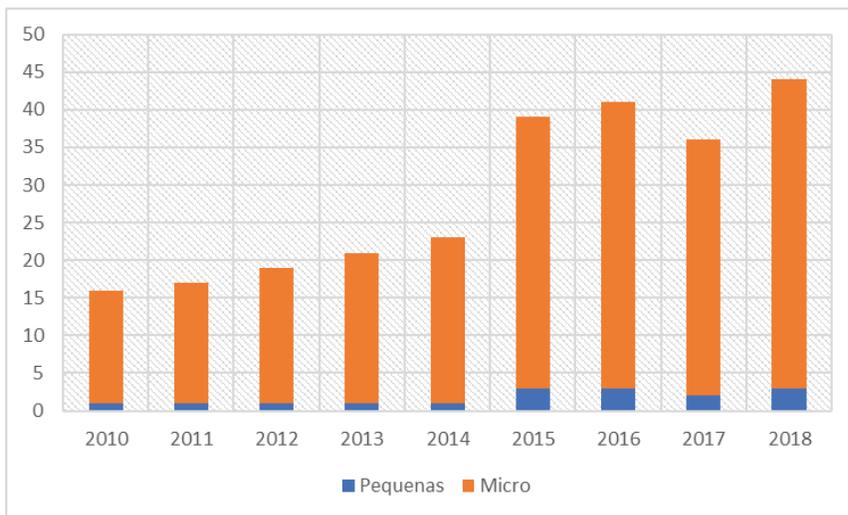
Gráfico 1: Número de micro e pequenas empresas do setor de rochas ornamentais do Ceará de 2010 a 2018 segundo a ANM.

Fonte: Anuário mineral estadual, ANM.
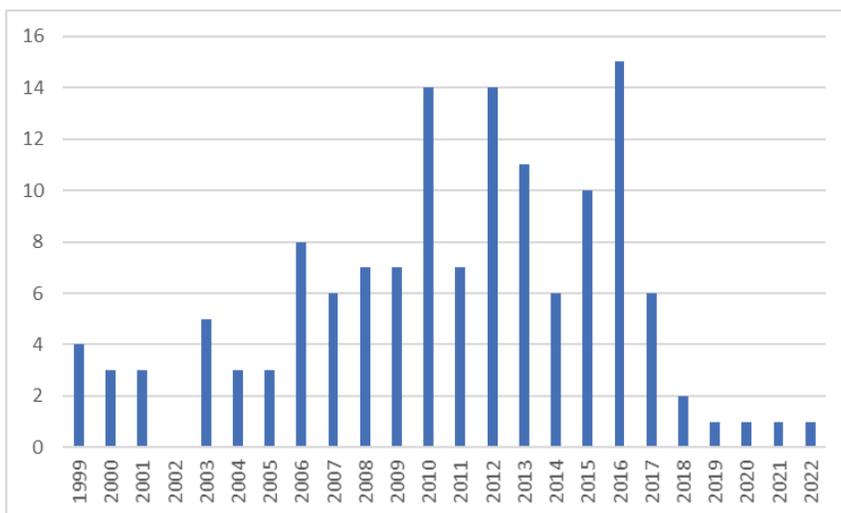
Gráfico 2: Número de requerimentos realizados a ANM voltados especificamente a rochas ornamentais de 1999 a 2022.

Fonte: SIGMINE, ANM

3 | PRODUÇÃO

Como mencionado anteriormente, o estado do Ceará é formado em sua maioria por rochas cristalinas, onde sua atividade de extração está fortemente ligada à demanda pelos produtos (FERNANDES, 2003). O carro chefe do estado sempre foram essas rochas cristalinas, que correspondem às rochas de origem ígnea e metamórfica, entretanto a partir do ano de 2015, o mercado passou a possuir uma demanda maior por quartzitos, o que foi prontamente acatado pela indústria estadual.

Os quartzitos possuem uma lavra mais dificultosa que as rochas cristalinas, pois apresentam uma resistência maior ao corte, além de geralmente serem mais fraturados. Porém, mesmo a soma dessas características pôde ser superada devido à melhoria tecnológica das empresas, e ao alto valor agregado a essas rochas, que se configuram como produto de luxo no âmbito nacional e internacional.

Conforme apresentado por Rocha (2010) e Pinheiro (1995), o investimento em tecnologias a serem empregadas na lavra das rochas ornamentais proporcionam um maior aproveitamento do corpo rochoso e um significativo aumento na produção mineira. Esse tipo de investimento também se converte em lucro, considerando a baixa produção de rocha beneficiada no Ceará se comparado ao estado Espírito Santo, por exemplo, e os custos que representariam a extração e o beneficiamento em locais diferentes.

De acordo com Chiodi Filho (2021) no ano de 2020, o estado do Ceará contava com 15 Teares Multilâminas de aço, 6 Teares Multifio Diamantados e 6 Talha-Blocos multidisco. O que se forem desconsiderados os Teares Multilâminas Diamantados, representa por uma significativa margem, um maior número de equipamentos do que os presentes no estado de Minas Gerais, que se encontra imediatamente à sua frente no número de produção de rochas ornamentais.

Segundo Chiodi Filho (2021), a produção brasileira de rochas ornamentais para o ano de 2019, foi de 9.000.000 toneladas, e nesse cálculo o estado do Ceará foi responsável pela produção de 1.000.000 toneladas, onde de acordo com a ABIROCHAS, representou um montante de produção muito similar ao ano de 2020. Nesse montante estão contempladas principalmente as rochas cristalinas, quartzitos, rochas carbonáticas e arenitos (Gráfico 3). Porém, com um foco maior nas duas primeiras, que representam quase 80% da produção estadual.

Como pode ser observado no Gráfico 4, que apresenta a produção bruta no período que corresponde aos anos de 2010 e 2018, o mercado para as rochas cristalinas apresenta uma certa estabilidade, enquanto o mercado de quartzitos possui uma tendência de crescimento acentuada, onde o quartzito já se configura como o principal produto da indústria de rochas ornamentais cearense.

Vale ressaltar que a produção de rochas no Ceará foca, principalmente, nos materiais exóticos, os que por suas cores e beleza fogem dos padrões. Essas rochas são responsáveis

pela alta exportação do estado, por se caracterizarem como um produto de luxo, uma tonelagem menor ainda possui um alto valor agregado. E a grande presença de materiais desse tipo no estado, vem motivando a migração e a expansão de empresas mineradoras e exportadoras de outros estados que já possuem o mercado bem estabelecido, como Minas Gerais e Espírito Santo, para o Ceará.
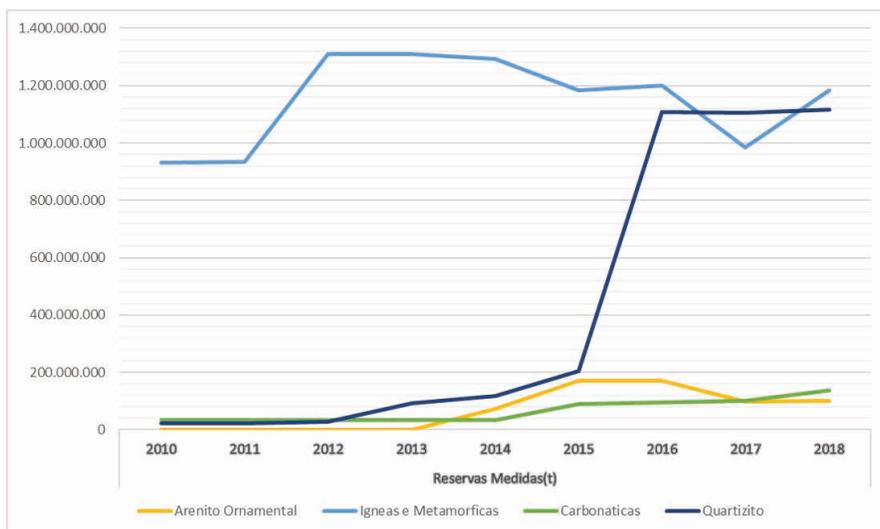
Gráfico 3: Evolução das reservas das reservas apresentadas pela ANM para o estado do Ceará entre 2010 e 2018.

Fonte: Anuário mineral estadual, ANM.
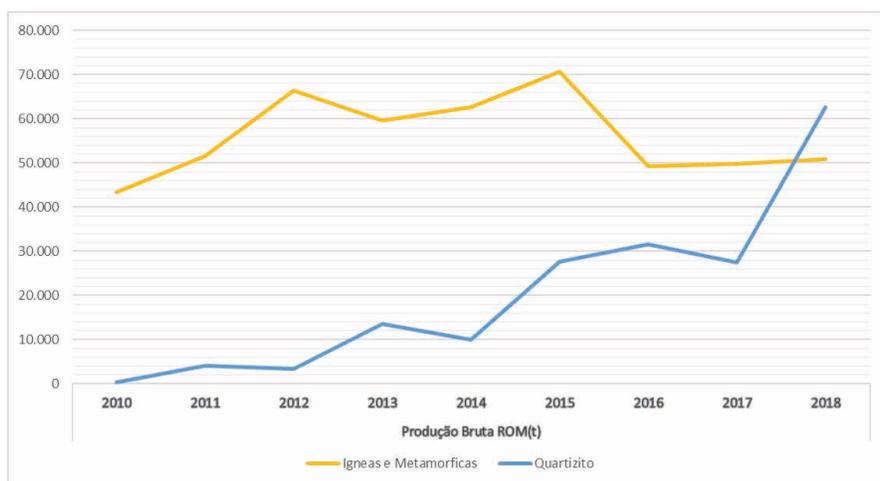
Gráfico 4: Relação entre a produção bruta de rochas ornamentais cristalinas e quartzitos entre 2010 e 2018.

Fonte: Anuário mineral estadual, ANM.

4 I EXPORTAÇÃO

Os principais consumidores das rochas ornamentais cearenses se encontram no exterior, tornando cada vez mais necessário o processo de internacionalização de empresas do setor. Mesmo que o grau de internacionalização de uma empresa não possa ser medido propriamente (SULLIVAN, 1994), para Forte (2006) esse é um processo que ganha cada vez mais espaço no que tange às rochas ornamentais.

De acordo com o *Setorian em Comex* dos anos de 2018 a 2021, os principais municípios exportadores de rocha do estado são respectivamente Caucaia, Santa Quitéria, Uruoca e Fortaleza. Onde Caucaia se encontra na vanguarda, apresentando uma extensa margem de diferença, entretanto, os municípios de Uruoca e Santa Quitéria possuem uma tendência de crescimento acentuada que do ano de 2020 para 2021 foram respectivamente de 541,7% e 325,2%.

Com isso o estado vem batendo recordes de exportação, onde os principais destinos são respectivamente a Itália, Estados Unidos, China e Canadá, todos esses países, com exceção da China, apresentaram altas no volume de exportação no ano de 2021. Tal panorama estadual se deve principalmente à maior facilidade de escoamento de produtos proporcionada pelo porto do Pecém. Vale ressaltar que a escalada nos números de exportação não parou nem mesmo durante a pandemia causada pelo vírus SARS-CoV-2.

Nesse âmbito o potencial do estado ainda é subindicado, pois devido à ainda baixa capacidade de beneficiamento estadual, o material aqui lavrado e transportado a outros estados, como Minas Gerais e Espírito Santo, para ser trabalhado, em seguida é vendido e escoado por portos como os de Vitória e Santos, levando assim a uma subnotificação do valor real das vendas estaduais, sendo o apresentado possivelmente mais baixo que o real.

Iniciativas como a ZPE também foram de relevância para o setor, porém é perceptível que a falta de fomento por parte do governo do estado no momento atual, dificulta o rápido crescimento, não sendo condizente com a riqueza geológica aproveitável que o estado possui. Ainda nesse cenário, o crescimento de 50,3% foi observado de 2020 a 2021 é de 5,4% de 2021 a 2022.
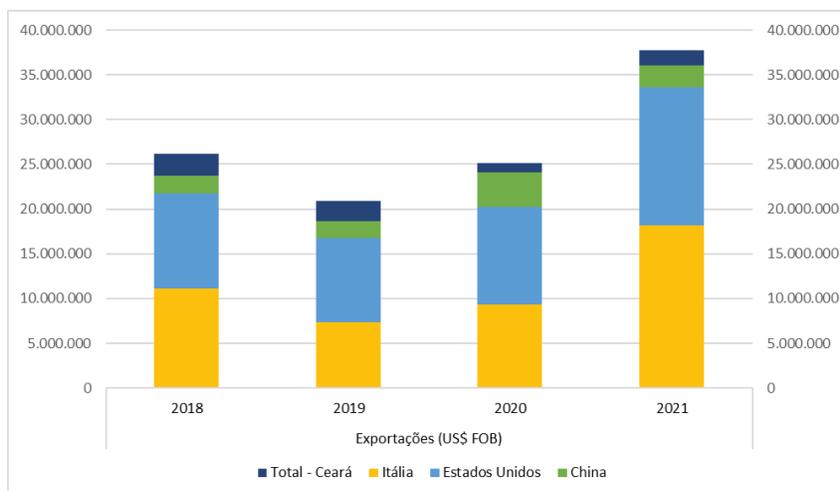
Gráfico 5: Exportação cearense de rochas ornamentais de 2018 a 2021.

Fonte: Setorial em Comex 2019 e 2021.

5 I IMPORTAÇÃO

Se comparada com a exportação, a importação ocorre em bem menor quantidade, e até 2021, se encontrava praticamente restrita a cidade de Fortaleza e sua região metropolitana, com a capital concentrada quase que a totalidade do produto importado. Dos 270 mil dólares importados no ano de 2021, 260 mil foram para Fortaleza.

Os principais parceiros de importação do estado são a Espanha, a Itália e a Grécia, seguindo um panorama nacional de preferência por mármores de luxo dessas regiões, segundo Ferreira (2003). Essas importações são realizadas em sua maioria pelo mercado da construção civil de alto padrão, que embora seja uma pequena fatia do mercado consumidor de rochas ornamentais como um todo, ela dá preferência a materiais importados de nome consolidado no mercado.

Entre os 4 maiores exportadores de rochas ornamentais do Brasil, o Ceará e a Bahia, são os que importam em menor quantidade, dando preferência por rochas calcárias e semimanufaturadas (IZA, 2019). O Gráfico 6 apresenta uma comparação entre a importação de rochas desses quatro estados de 2018 a 2020, nesses dados é possível identificar uma alteração no ano de 2020, onde a exportação de todos os estados, com exceção de Minas Gerais, apresentaram baixas, interpretada como decorrente do impacto causado pela pandemia do SARS-CoV-2 no setor da construção civil no Brasil.
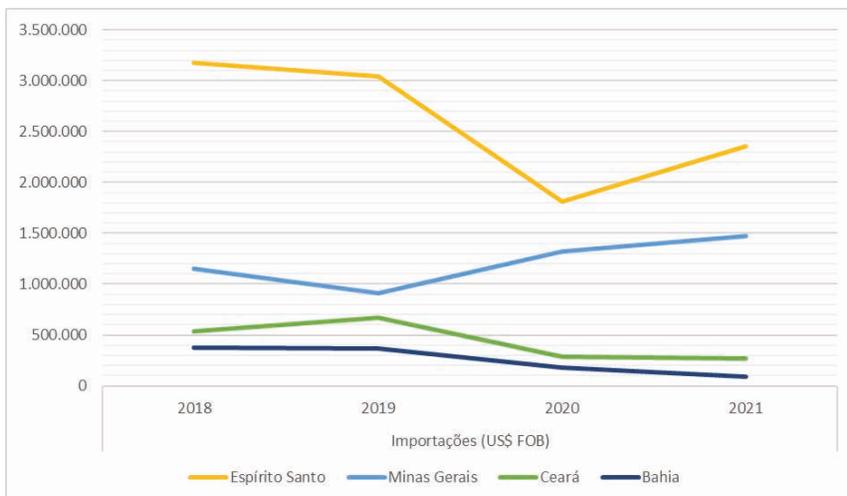
Gráfico 6: Importação de rochas ornamentais dos estados de Minas Gerais, Espírito Santo, Bahia e Ceará de 2018 a 2021.

Fonte: Setorial em Comex 2019 e 2021.

6 I ARRECADAÇÃO

A arrecadação cearense a partir do setor mineral vem apresentando franco crescimento pelo menos desde a virada do século, as rochas ornamentais vêm seguindo esse crescimento e representando uma fatia cada vez mais interessante do mercado. Entretanto, ainda assim a mineração não é um dos protagonistas da economia cearense, não recebendo maior foco do governo estadual.

Louzada (2015) argumenta que pelo menos após o ano de 2010, às microempresas e empresas de pequeno porte do setor de rochas ornamentais cearense vem apresentando aumentos na arrecadação, e juntamente a isso também pode ser observado um aumento na arrecadação do ICMS para o estado (LIMA, 2017). Dessa forma, representando lucro tanto para o setor público quanto para o privado.

O faturamento desse mercado vem prioritariamente da venda de blocos de rochas cristalinas e quartzitos, os outros tipos de rochas ornamentais contribuem em menor parcela para a consolidação do montante arrecadado. Para além disso, o setor de rochas ornamentais tem contribuído com a arrecadação de municípios mais distantes da capital, como Sobral, Santa Quitéria e Uruoca, por exemplo.

No ano de 2018 o estado do Ceará arrecadou com o setor mineral, segundo a ANM, R$ 685.434.129,00 e desse montante R$ 114.260.622,00 foram especificamente com a comercialização de rochas ornamentais. O histórico dessas arrecadações é apresentado no Gráfico 7. No que tange a arrecadação por meio de exportações, que é o carro chefe do setor, o estado alcançou valores de US$ 37.762.883 no ano de 2021, o que representou um

aumento de 50,3% se comparado ao ano de 2020, segundo a FIEC por meio do Setorial em Comex.
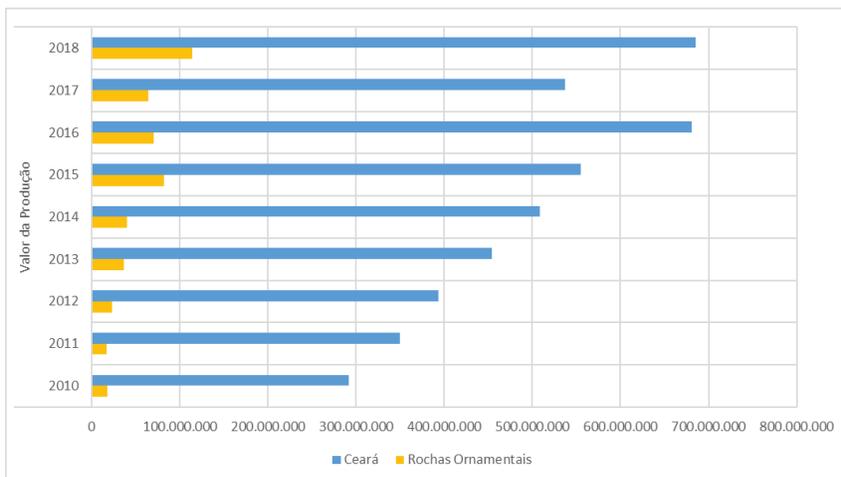
Gráfico 7: Comparação em (R$) entre a arrecadação estadual total do setor mineral e a arrecadação do setor de rochas ornamentais entre 2010 e 2018.

Fonte: Anuário mineral estadual, ANM.
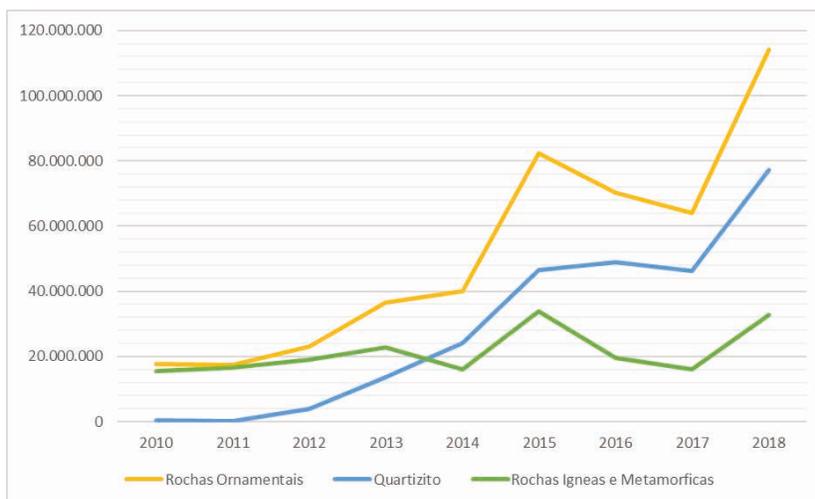
Gráfico 8: Comparação em (R$) entre a arrecadação do setor de rochas ornamentais e seus principais produtos entre 2010 e 2018.

Fonte: Anuário mineral estadual, ANM.

7 I CONCLUSÃO

Ao analisar os dados aqui expostos, pode-se concluir que o mercado mineral no Ceará, seja devido seu desenvolvimento recente ou sua rica diversidade, se encontra em

contínuo crescimento. Dessa forma, apresentando oportunidades para investimentos no ramo, e dentre todos os setores minerais, o de rochas ornamentais recebe destaque pelas suas perspectivas de crescimento.

O estado vem acumulando aumentos nos números de exportação, arrecadação, produção, abertura de empresas e postos de trabalho, para além disso, vem recebendo destaque em âmbito nacional e internacional pelo fornecimento de materiais de luxo, como os granitos exóticos e principalmente os quartzitos cearenses, em especial este último, que já representa mais de 50% da arrecadação no âmbito estadual.

Iniciativas previstas para um futuro próximo, como a expansão e implementação de novas ZPEs, e o aprofundamento de parcerias com o porto do Pecém também indicam um panorama futuro de manutenção desse crescimento. Entretanto, o setor mineral, em geral, no estado carece de incentivos públicos de desenvolvimento. A extinção de instituições como a CEMINAS, representa um ponto negativo, com indícios de não priorização do setor por parte do estado.

Ao se analisar o campo das rochas ornamentais constatou-se que para além dos aspectos financeiros, outro fator relevante é a disponibilidade e formação de profissionais especializados na área, para poderem exercer as funções técnicas no padrão que o mercado exige. Para tal formação, embora o estado conte com um curso superior de geologia, carece-se de parcerias com o setor privado e de um maior investimento público.

Para além disso, se faz necessária a elaboração de documentos que contenham os principais produtos minerais do estado, juntamente com os seus dados tecnológicos, para que da mesma forma que alguns estados amazônicos, o Espírito Santo e o Tocantins, os produtos cearenses possam ser apresentados à sociedade, dentro e fora do estado de forma facilitada. Tal divulgação além de valorizar o produto local também contribui para sua correta utilização por apresentar suas características físicas.

Dessa forma, conclui-se que o Ceará apresenta interessantes perspectivas de crescimento no setor de rochas ornamentais, onde mesmo estando na terceira posição do *ranking* nacional de exportadores por uma grande margem, a alta valorização dos produtos locais, se aliada a outras iniciativas de fomento, pode pavimentar o caminho para possíveis alterações nessa colocação em um futuro não muito distante.

REFERÊNCIAS

ABNT -ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15012: Rochas para revestimento de edificações: terminologia. Rio de Janeiro, 2013. 23 p.

BRANDÃO, Ricardo de Lima; FREITAS, Luis Carlos Bastos. Geodiversidade do estado do Ceará. 2014. CPRM.

CARVALHO, E. G. de. O setor de rochas ornamentais do Ceará: reflexões e desafios. 2003, 315 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Fortaleza, Fortaleza, 2003.

CARVALHO, Eliana Garcia. Mineração, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável no Estado do Ceará. **Revista Ciências Administrativas**, v. 10, n. 2, 2004.

CHIODI FILHO, C. Perfil das atividades do setor de Rochas Ornamentais no Brasil. **Fortaleza: ABIROCHAS**, 2021.

CHIODI FILHO, C. Produção Brasileira de Lavra. **Fortaleza: ABIROCHAS**, 2021.

CHIODI FILHO, C. Situação e perspectivas do setor de rochas ornamentais e de revestimento no Brasil. **Fortaleza: ABIROCHAS**, 2003.

CHIODI FILHO, Cid. Situação atual e perspectivas brasileiras no setor de rochas ornamentais e de revestimento. CETEM/MCTI, 2007.

CIN. Setorial em Comex Rochas Ornamentais Edição: Anual 2019. 2020. Centro Internacionais de Negócios do Ceará (CIN). Disponível em: <https://bityli.com/iu5VQ>Acesso em: 20 Jan. 2023.

CIN. Setorial em Comex Rochas Ornamentais Edição: Anual 2021. 2022. Centro Internacionais de Negócios do Ceará (CIN). Disponível em: <https://bityli.com/gOg4s>Acesso em: 20 Jan. 2023.

COSTA, Anna Paula Lima. Alterabilidade e caracterização tecnológica dos gnaisses enderbíticos da porção norte do estado do Ceará com aplicação no setor de rochas ornamentais. 2007.

FORTE, Sérgio Henrique Arruda Cavalcante; JUNIOR, Luiz Machado Sette. Estágio e grau de internacionalização de empresas: um estudo no setor de rochas ornamentais e de revestimento no Estado do Ceará. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 37, n. 3, p. 382-397, 2006.

FERNANDES, Tácito Wálber Gomes. Diagnóstico da cadeia produtiva de rochas ornamentais e de revestimento do Estado do Ceará: mineração, serrarias, marmorarias e desafios do setor. 2004.

FERNANDES, Tácito Wálber Gomes; Antônio Misson Godoy; Nedson Humberto Fernandes. Caracterização das indústrias de beneficiamento de rochas ornamentais do Ceará. CETEM/SBG, 2003.

FERREIRA, Gilson Ezequiel. O setor de rochas ornamentais brasileiro. CETEM/CYTED/CNPq, 2003.

IZA, Edgar Romeo Herrera de Figueiredo; MAGALHÃES, Ana Cristina. Panorama do segmento de rochas ornamentais do Estado da Bahia. 2019.

LIMA, Cássio Augusto de Andrade. Um estudo empírico sobre a variação do emprego formal e do salário médio no Estado do Ceará após o Decreto nº 31.270/2013. 2017.

LOUZADA, João Marcos de Campos. O regime de substituição tributária nas operações com rochas ornamentais no Estado do Ceará–uma análise empírica do impacto do decreto n° 30.256/2010. 2015.

MELO, K.E.V.; CASTRO, L.M. O mercado de granito no Brasil. In: Avaliação econômica dos granitos do Estado do Ceará. Fortaleza: Companhia Cearense de Mineração, 1989. cap.3 e 4.

NEVES, Juliana Freitas. Ceará espera bater recorde de exportações de rochas em 2022. O povo, Fortaleza, 18 de out. de 2022. Disponível em: <https://bityli.com/sO2fj>. Acesso em: 19 de jan. de 2023.

ROCHA, Cezar Henrique; SOUSA, José. Análise ambiental do processo de extração e beneficiamento de rochas ornamentais com vistas a uma produção mais limpa: aplicação Cachoeiro de Itapemirim-Es. **Enciclopédia Biosfera**, v. 6, n. 09, 2010.

SOUZA, Valdemir Cavalcanti. **Diagnóstico do setor de rochas ornamentais e de revestimento do Estado de Pernambuco**. 2008. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

SULLIVAN, Daniel. Measuring the degree of internationalization of a firm. **Journal of international business studies**, v. 25, p. 325-342, 1994.

VIDAL, Francisco Wilson Hollanda. Rochas ornamentais do nordeste-Brasil. CETEM/MCT, 2002.

VIDAL, Francisco Wilson Hollanda; STELLIN JUNIOR, Antônio. Industria extrativa de rochas ornamentais no ceara. 1995.

CAPÍTULO 3

SENSORIAMENTO REMOTO, GEOFÍSICA E EDUCAÇÃO POPULAR: INTEGRAÇÃO DE TECNOLOGIAS DURAS E LEVES NA PRODUÇÃO DE CONHECIMENTO GEOLÓGICO COM RELEVÂNCIA CIENTÍFICA E SOCIAL

Data de submissão: 05/02/2023 *Data de aceite: 01/03/2023*

Lucas Moreira Furlan
Geólogo. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Rio Claro - SP
http://lattes.cnpq.br/9813790962724241
https://orcid.org/0000-0003-4129-8897

Monique Araújo de Medeiros Brito
Psicóloga. Universidade Federal Fluminense
Rio das Ostras - RJ
http://lattes.cnpq.br/3833037612488330
https://orcid.org/0000-0001-7441-3869

RESUMO: O equilíbrio hídrico tem sido uma questão sócio-ambiental de crescente relevância nas últimas décadas, por isso o desenvolvimento e aplicação de diversas tecnologias têm a intenção de avançar no entendimento, monitoramento, manutenção e preservação dos recursos hídricos no Brasil. A utilização de técnicas de sensoriamento remoto orbital (satélites) e suborbital (drones) e geofísica são tecnologias duras, isto é, tecnologias de ponta, com alta sofisticação de hardware e software, que permitem a realização de diversos estudos hídricos superficiais e subsuperficiais, por exemplo, a identificação de pontos de recarga de aquíferos. Por sua vez, as tecnologias leves compreendem os processos intangíveis, relacionais, como uma metodologia educativa, como a educação popular, que se configura como esforço de mobilização, organização e capacitação científica e técnica das classes populares, com grande inspiração em Paulo Freire. Tem-se percebido que o conhecimento gerado e adquirido com base em tecnologias duras necessita ser consolidado e enraizado de forma participativa na sociedade, pois a simples geração de dados não tem sido suficiente para produzir mudança de comportamento social. Para viabilizar a composição entre tecnologias leves e duras é necessário apostar em práticas que visem construções profissionais educativas de caráter *inter e transdisciplinar*, que se desloquem de áreas isoladas e supostamente auto suficientes para uma forma de produzir ciência que leve em conta a inserção social e o ambiente em sua complexidade.

PALAVRAS-CHAVE: Drones, satélites, recarga de aquíferos, educação popular, impactos sócio-ambientais.

REMOTE SENSING, GEOPHYSICS, AND POPULAR EDUCATION: INTEGRATION OF HARD AND SOFT TECHNOLOGIES IN THE PRODUCTION OF GEOLOGICAL KNOWLEDGE WITH SCIENTIFIC AND SOCIAL RELEVANCE

ABSTRACT: Water balance has been a socio-environmental issue of increasing importance in recent decades, which is why the development and application of various technologies are intended to advance the understanding, monitoring, maintenance, and preservation of water resources in Brazil. The use of orbital (satellite) and suborbital (drone) remote sensing techniques and geophysics are defined as hard technologies, that is, technologies with high sophistication in hardware and software, which allow the performance of various surface and subsurface water studies, by example, the identification of aquifer recharge points. In turn, soft technologies comprise intangible, relational processes, such as an educational methodology, such as popular education, which is configured as an effort to mobilize, organize, and scientifically and technically train the popular classes, with great inspiration from Paulo Freire. It has been noticed that the knowledge generated and acquired based on hard technologies needs to be consolidated and rooted in a participatory way in society, since the simple generation of data has not been enough to produce a change in social behavior. To enable the composition between soft and hard technologies, it is necessary to apply practices that aim at professional educational constructions of an inter and transdisciplinary nature, that move from isolated and supposedly self-sufficient areas to a way of producing science that takes into account the social insertion and the environment in its complexity.
KEYWORDS: Drones, satellites, aquifer recharge, popular education, socio-environmental impacts.

1 I INTRODUÇÃO

O equilíbrio hídrico tem sido uma questão sócio-ambiental de crescente relevância nas últimas décadas. Nesse sentido, tem-se desenvolvido e aplicado diversos recursos tecnológicos com a intenção de avançar no entendimento, monitoramento, manutenção e preservação dos recursos hídricos. No Brasil, país de dimensões continentais, essa questão se apresenta de formas bastante peculiares nas suas diferentes regiões. Por exemplo, nas regiões agrícolas do interior do estado de São Paulo, o equilíbrio hídrico é tênue, pois os moradores das áreas de alta sensibilidade ambiental são os mesmos que utilizam os recursos naturais disponíveis para suas atividades econômicas, tais como intensas atividades industriais e plantios intensivos de cana-de-açúcar e outras culturas. A alta demanda hídrica compõe um cenário de difícil gestão, monitoramento e preservação destes recursos.

Feições geomorfológicas conhecidas como áreas úmidas isoladas (Tiner, 2003), comuns na paisagem do interior do estado de São Paulo, são popularmente conhecidas como brejos, pântanos ou lagoas. As áreas úmidas isoladas são ecossistemas circulares, rebaixados em relação ao terreno circundante (áreas depressionadas), com alagamento perene ou sazonal e sem conexão superficial com outros corpos hídricos. Estudos recentes,

tais como Casagrande et al., (2021), Furlan et al., (2021) e Moreira et al. (2021) comprovaram a importância das áreas úmidas isoladas como pontos de recarga de aquíferos rasos e profundos. Os estudos se baseiam em tecnologias duras para a identificação dos pontos de recargas de aquíferos, isto é, tecnologias de ponta, com alta sofisticação de hardware e software (Mokyr, 2003). Os trabalhos utilizam técnicas de sensoriamento remoto orbital e sub-orbital na identificação da dinâmica hídrica superficial, ou seja, aplicação de dados obtidos a partir de sensores embarcados em satélites e drones. Além disso, as técnicas geofísicas (como exemplo, a eletrorresistividade) são utilizadas com a finalidade de adquirir dados indiretos em diversas profundidades para estudar a hidrodinâmica de subsuperfície, identificando, assim, pontos de recarga de aquíferos, como é o caso das áreas úmidas isoladas do interior de São Paulo.

Muito discutidas e implementadas no âmbito da saúde coletiva (Merhy, 2005), o entendimento e utilização de diferentes tecnologias tem ampliado seu campo de intervenção no mundo, como aqui propomos. De forma geral, as tecnologias duras referem-se a máquinas e aparelhos tangíveis, como ferramentas, robôs, redes de telecomunicações, hardwares e softwares computacionais, dentre outros, que permitem facilitar tarefas e proporcionar mais velocidade e eficiência que os procedimentos tradicionais. Por sua vez, as tecnologias leves compreendem os processos intangíveis, relacionais, como uma metodologia educativa, um sistema de contabilidade, um procedimento de logística ou uma campanha de marketing. Nelas, o mais importante não é o que, mas sim o como.

Tem-se percebido que o conhecimento gerado e adquirido com base em tecnologias duras necessita ser consolidado e enraizado de forma participativa na sociedade, pois a simples geração de dados não tem sido suficiente para produzir mudança de comportamento social no sentido de monitorar e preservar esses ecossistemas. As tecnologias leves, como a educação popular, podem ser grandes aliadas, pois incluem tecnologias sociais de compreensão, tomada de decisão, planejamento e desenvolvimento de estratégias, treinamento e implementação de mudanças sócio-político-ambientais.

A ideia central deste texto é analisar as potencialidades de sinergia entre tecnologias duras e leves na construção de impactos sócio-político-ambientais relacionados com a gestão, monitoramento e preservação de áreas de recarga de aquíferos, formados pelas áreas úmidas isoladas.

2 | APLICAÇÃO DE TECNOLOGIAS DURAS NA IDENTIFICAÇÃO DE PONTOS DE RECARGA DE AQUÍFEROS

O conceito de tecnologias duras necessita ser transpassado e replicado neste texto, a fim de sua percepção nas aplicações geológicas. Neste sentido, propõe-se a utilização das tecnologias leves-duras para os estudos geológicos, como, neste texto, todas as técnicas de aquisição de dados e imagens de superfície e de subsuperfície, bem como

seus processamentos e pós-processamentos via hardwares e softwares e seus produtos finais.

Em estudos recentes (Casagrande et al., 2021; Furlan et al., 2021; Junqueira, 2021; Moreira et al. 2021, Rosa et al. 2022), a identificação das funções ecossistemas hidrológicas e hidrogeológicas são todas pautadas em tecnologias duras, principalmente em dados de satélite, de drones e de geofísica. Em todos os trabalhos, as áreas úmidas foram classificadas como pontos de recarga de aquífero e a importância social e ambiental foi amplamente destacada. As áreas úmidas isoladas, a partir das aplicações tecnológicas duras, começam a ter sua potencialidade e importância ambiental identificada e divulgada, o que fornece maiores potencialidades para gestão, monitoramento e preservação dos ecossistemas.

2.1 Sensoriamento remoto orbital e suborbital

Sensoriamento remoto é o nome dado ao conjunto de tecnologias que possibilita a aquisição de imagens e dados de um objeto de estudo, a partir da captação de sua energia refletida ou emitida. Os sensores de captação de imagens ou dados podem realizar medições em diferentes resoluções (espaciais, temporais, radiométricas, entre outras) e serem acoplados em diferentes plataformas, tais como as plataformas orbitais (satélites) ou suborbitais (balões, aviões, e mais recentemente, em veículos aéreos não tripulados - ou drones (Chabot et al., 2022)).

Os dados de sensoriamento remoto permitem acessar informações bidimensionais e tridimensionais em escalas locais a globais, possibilitando que os estudos geológicos possuam cada vez mais precisão e integração entre diferentes ecossistemas e conjuntos de dados.

Uma grande vantagem na utilização do sensoriamento remoto orbital é a gratuidade na aquisição das imagens de alguns satélites. O Brasil, por exemplo, possui os satélites China-Brazil Earth Resources Satellite - CBERS (cbers.inpe.br/), que possuem alta resolução espacial e temporal para o território brasileiro. Por exemplo, o satélite CBERS-04A possui o sensor Câmera Multiespectral e Pancromática de Ampla Varredura (WPM), com revisita de 31 dias e resolução espacial de 8 a 2 metros/pixel. Por conta do diminuto tamanho das áreas úmidas isoladas (poucos hectares), a utilização do sensor CBERS-4A-WPM pode agregar importantes contribuições, permitindo análises sazonais da superfície das área úmidas e do uso e ocupação do solo do entorno, possibilitando um monitoramento hídrico eficiente e de baixo custo.

Por sua vez, o sensoriamento remoto suborbital nos estudos de pequenos ecossistemas é amplamente apoiado em drones (Śledź et al., 2021; Furlan et al., 2021). A utilização de sensores embarcados em drones possibilitam estudos de detalhe nessas áreas, podendo trazer imagens de altíssima resolução espacial (+5cm/pixel) e realização de voos para aquisição de imagens com alta flexibilidade temporal. Os dados de drones

possibilitam o processamento de ortomosaicos tridimensionais e modelos digitais de elevação e de terreno extremamente confiáveis. Dessa forma, o estudo da dinâmica hídrica superficial pode ser realizado, sendo possível observar como se dá o escoamento superficial, o acúmulo de água meteórica, os pontos de atenção ambiental e o monitoramento do uso e ocupação do solo do entorno destes ecossistemas, com altíssima resolução. Podem ser medidos em escala centimétrica, por exemplo, o avanço da agricultura sobre estes ecossistemas, a quantidade de água armazenada superficialmente em cada área úmida, as mudanças sazonais do comportamento de alagamento, entre outros.

2.2 Geofísica

Os métodos geofísicos elétricos são bastante relevantes em estudos hidrogeológicos diante da sensibilidade dos instrumentos na detecção da umidade dos materiais geológicos, medida que é diretamente influenciada pelos parâmetros físicos de resistividade ou condutividade elétrica (Rubin & Hubbard, 2005; Milsom & Eriksen, 2011, Moreira et al. 2019). A Tomografia Elétrica (eletrorresistividade) é adequada para estudos hidrogeológicos, uma vez que a alta variabilidade nas propriedades elétricas relacionadas a diferentes materiais e níveis de umidade ou saturação de água em matrizes heterogêneas do substrato geológico, fornece uma imagem do comportamento subsuperficial da água.

Com a aplicação dos métodos geofísicos elétricos é possível a identificação de pontos da superfície que apresentam interação direta com a água do solo ou de subsuperfície. Ainda, ao avançar na análise em profundidade, é possível a identificação de pontos de interação direta entre superfície e subsuperfície, podendo não só definir os locais onde ocorre a recarga de aquíferos rasos e profundos, mas também a arquitetura de infiltração.

3 | TECNOLOGIAS LEVES: A EDUCAÇÃO POPULAR

Como tecnologia leve, temos a educação, em especial a educação popular, que se configura como esforço de mobilização, organização e capacitação científica e técnica das classes populares, com grande inspiração no educador brasileiro Paulo Freire. Para ele, a prática educativa é uma prática social necessária, que gera diversas possibilidades de aprendizagens; um fundamento importante dessa pedagogia é que ela não se sustenta em ideias abstratas, ela só tem sentido na história que as pessoas vivem. Portanto, na perspectiva da educação popular, o ponto de origem da prática pedagógica situa-se na própria realidade social, devendo-se partir sempre da realidade concreta da vida cotidiana das pessoas, respeitando suas diferenças e costumes (1983, 1991, 1996).

Portanto, a tarefa histórica da educação é a de contribuir para que os seres humanos abram e percorram caminhos inéditos e originais. Os seres humanos, ao se constituírem, constroem processos e projetos para o mundo porque são seres de transformação. Objetivam a realidade ao refletirem sobre ela, e, no momento em que a transformam, inevitavelmente transformam a si mesmos, como nos ensinou Paulo Freire: “A Educação

não transforma o mundo. A Educação muda as pessoas. Pessoas transformam o mundo!" (2007, p. 36).

Seguindo com essa ideia de Freire, quando ele afirma que a educação muda as pessoas, podemos afirmar que a educação também é feita por pessoas. É nesse pensamento dialógico que entra a educação popular, ensinando-nos que a educação é feita por, com e para pessoas. Nessa perspectiva, Candotti (2002) corrobora com essa ideia ao afirmar que educar e prestar contas do que se estuda e investiga é imperativo e fundamental nas sociedades democráticas

4 I COMO INTEGRAR TECNOLOGIAS LEVES E DURAS?

A utilização de tecnologias duras para a caracterização das áreas úmidas isoladas como pontos de recarga de aquíferos é imprescindível, pois o entendimento da dinâmica hídrica superficial e de subsuperfície de forma tridimensional só é possível através de aquisições de dados a partir de equipamentos e softwares robustos. As áreas úmidas isoladas são negligenciadas na legislação brasileira (Junqueira, 2021), e consequentemente, a sociedade como um todo não reconhece de forma efetiva sua real importância, sobretudo relacionados aos recursos hídricos. Os impactos sócio-ambientais, principalmente focados na sustentabilidade de recursos, podem ser alcançados através do uso de abordagens participativas, combinando processos multi-níveis e multi-atores, transpondo as barreiras tecnológicas-científicas e transformando-os em pontos de interesse sociopolítico.

Com o objetivo de gerar efetivas mudanças sócio-político-ambientais, o processo de colaboração e integração de saberes produzidos por tecnologias leves e duras tem um papel de grande relevância. Como tecnologia leve, a educação popular pode contribuir de forma significativa ao construir uma mediação e composição entre saberes científicos e populares, ambos essenciais, porém incompletos quando isolados. Por se referenciar nas realidades locais, a educação popular propõe metodologias inventivas e incentivadoras à participação popular, gerando engajamento, empoderamento e protagonismo social. Como ensinamento freireano, temos que "*o compromisso, próprio da existência humana, só existe no engajamento com a realidade, de cujas 'águas' os homens verdadeiramente comprometidos ficam 'molhados', ensopados. Somente assim o compromisso é verdadeiro" (Freire, 1983, p.9).*

Ainda para Freire (1992), "não se pode pensar pelos outros nem para os outros nem sem os outros" (p.117), então não é suficiente desenvolver tecnologias de alta sofisticação de hardware e software, se elas não fizerem sentido para as pessoas que lidam diretamente com cada território, situação ou recursos, pois serão sub ou não utilizadas.

Através da educação popular pode ocorrer a formação de comunidades (Freire e Nogueira, 1989), baseada na aprendizagem significativa, partindo da realidade social e dos conhecimentos prévios, para depois agregar novos *insights*. A integração entre

tecnologias duras e leves pode se dar a partir da valorização das técnicas de identificação da hidrodinâmica superficial e subsuperficial, isto é, a partir da aplicação de tecnologia de ponta na identificação das áreas de recarga de aquíferos rasos e profundos. Sem a aplicação de tecnologias duras, as áreas úmidas isoladas ainda seriam consideradas somente como locais de acúmulo de água superficial (*brejos, pântanos, lagoas*) e não como pontos de manutenção de aquíferos, o que pode impactar diretamente no nível de atenção e cuidado com a sociedade valoriza, monitora e preserva estes ecossistemas.

5 I PERSPECTIVAS DE AÇÕES

Para viabilizar a composição entre tecnologias leves e duras é necessário apostar em práticas que visem construções profissionais educativas de caráter *inter e transdisciplinar*, que se desloquem de áreas isoladas e supostamente autossuficientes para uma forma de produzir ciência que leve em conta a inserção social e o ambiente em sua complexidade. Práxis profissionais educativas engajadas e situadas geopoliticamente devem ser priorizadas em todas as etapas de produção-divulgação-enraizamento do conhecimento.

Na maior parte das vezes, a produção de conhecimentos relacionados com a recarga de aquíferos a partir de áreas úmidas isoladas parte de princípios teóricos e técnicas sofisticadas, sem antes reconhecer qual é o entendimento da sociedade sobre aquele local.

Propõe-se uma construção cíclica de conhecimento, baseada no entendimento prévio de como os ecossistemas são percebidos pela sociedade. Ter como premissa que a importância de um ecossistema é senso comum não é procedente, por isso, a integração ativa de tecnologias duras e leves durante todo o processo de desenvolvimento dos estudos hídricos é indicada, a fim de gerar um impacto positivo no monitoramento, preservação e gestão destes locais. Muitas vezes, embora já comprovado cientificamente, as partes interessadas não têm acesso à informação e a negligência dos diferentes atores pode ser reflexo de uma falta de acesso ao conhecimento científico gerado pela aplicação de tecnologias duras, e não de uma negligência proposital.

REFERÊNCIAS

CANDOTTI, E. **Ciência na educação popular**. In: MASSARANI, L.; MOREIRA, I. C.; BRITO, F. Ciência e Público: caminhos da divulgação científica no Brasil. Rio de Janeiro: Casa da Ciência, UFRJ, 2002. p. 15 - 23. (Série Terra Incógnita, 1)

CASAGRANDE, M. F. S., FURLAN, L. M., MOREIRA, C. A., ROSA, F. T. G., & ROSOLEN, V. **Non-invasive methods in the identification of hydrological ecosystem services of a tropical isolated wetland (Brazilian study case)**. Environmental Challenges, v. 5, p. 100233, 2021.

CHABOT, D., HODGSON, A. J., HODGSON, J. C., & ANDERSON, K. **'Drone': technically correct, popularly accepted, socially acceptable: Different fields use different terms, but by changing its title, this journal is advocating for the discontinuation of 'unmanned' and recognition of 'drone' as an umbrella term for all robotic vehicles**. Drone Systems and Applications, v. 10, n. 1, p. 399-405, 2022.

FURLAN, L. M., ROSOLEN, V., MOREIRA, C. A., BUENO, G. T., & FERREIRA, M. E. **The interactive pedological-hydrological processes and environmental sensitivity of a tropical isolated wetland in the Brazilian Cerrado.** SN Applied Sciences, v. 3, p. 1-15, 2021.

FREIRE, P. **Educação e Mudança.** 9ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1983.

FREIRE, P**. Educação como prática de liberdade**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1991.

FREIRE, P. **Pedagogia da esperança**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1992.

FREIRE, P. 1996. Ensinar não é transferir conhecimento. In: P. Freire (ed). Pedagogia da autonomia. Paz e Terra, São Paulo, 1996, 52- 101.

FREIRE, P. Educação e mudança (30a ed.). São Paulo: Paz e Terra, 2007.

FREIRE, P.; NOGUEIRA, A. Que fazer. Teoria e prática em educação popular, v. 4, 1989.

INPE. INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. CBERS04A. Disponível em: http://www.cbers.inpe.br/sobre/cameras/cbers04a.php. Acesso em: 10 nov. 2022.

JUNQUEIRA, D. A. **Princípios da governança ambiental na gestão de recursos hídricos com foco em áreas úmidas (AU's) na Depressão Periférica Paulista**. 2021.

MERHY, E**. Saúde: a cartografia do trabalho vivo**. 2 ed. São Paulo: Hucitec, 2005.

MILSOM, J.J; ERIKSEN, A**. Field Geophysics.** Chichester, John Wiley & Sons Ltd, 2011, 279p.

MOKYR, J. **Thinking about technology and institutions**. Macalester International, v. 13, n. 1, p. 8. 2003.

MOREIRA, C. A., HELENE, L. P., Fernanda, T. G., HANSEN, M. A., MALAGUTTI FILHO, W., & DOURADO, J. C. A**nálise comparativa entre arranjos de tomografia elétrica no reconhecimento de estruturas de fluxo em aquífero fraturado em Caçapava do Sul (RS).** Pesquisas em Geociências, v. 46, n. 1, p. e0710-e0710, 2019.

MOREIRA, C. A., ROSOLEN, V., FURLAN, L. M., BOVI, R. C., & MASQUELIN, H. **Hydraulic conductivity and geophysics (ERT) to assess the aquifer recharge capacity of an inland wetland in the Brazilian Savanna.** Environmental Challenges, v. 5, p. 100274, 2021.

ROSA, F. T. G., MOREIRA, C. A., ROSOLEN, V., CASAGRANDE, M., BOVI, R. C., FURLAN, L. M., DOS SANTOS, S. F. **Detection of aquifer recharge zones in isolated wetlands: comparative analysis among electrical resistivity tomography arrays**. Pure and Applied Geophysics, v. 179, n. 4, p. 1275-1294, 2022.

RUBIN, Y.; HUBBARD, S.S.. Hydrogeophysics, Dordrecht, Springer, 2005, 527p.

ŚLEDŹ, S., EWERTOWSKI, M. W., & PIEKARCZYK, J. **Applications of unmanned aerial vehicle (UAV) surveys and Structure from Motion photogrammetry in glacial and periglacial geomorphology.** Geomorphology, v. 378, p. 107620, 2021.

TINER, R. W. **Geographically isolated wetlands of the United States**. Wetlands, v. 23, n. 3, p. 494-516. 2003

SOBRE O ORGANIZADOR

LUIS RICARDO FERNANDES DA COSTA - Professor do Departamento de Geociências e do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual de Montes Claros - UNIMONTES. Atualmente é Coordenador Didático do Curso de Licenciatura em Geografia (gestão 2021/2022). Doutor em Geografia (2017) pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Ceará, com período sanduíche na Universidade de Cabo Verde - Uni-CV. É Licenciado (2012) e Mestre (2014) em Geografia pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Foi bolsista de Iniciação Científica com o projeto Megageomorfologia e Geomorfologia Costeira do Nordeste Setentrional Brasileiro (Ceará e áreas adjacentes do Rio Grande Norte e Paraíba), com ênfase nos estudos sobre geomorfologia fluvial no sertão de Crateús e áreas adjacentes. Foi bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, na modalidade Apoio Técnico (AT). É pesquisador do Laboratório de Geomorfologia da UNIMONTES, atuando principalmente na área da geografia física com ênfase em geomorfologia, mapeamento geomorfológico e análise ambiental em áreas degradadas/desertificadas.

ÍNDICE REMISSIVO

ÍNDICE REMISSIVO

R

S

Geociências:

Entraves, lacunas profissionais e pesquisa

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

@atenaeditora

www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Atena Editora

Ano 2023